

体肢の振り上げおよび振り下ろし動作スピード に及ぼすスポーツ競技特性

Velocity characteristics for the pull up and pull down movement of the upper and lower extremities in male athletes.

角 田 直 也*, 矢 田 秀 昭**, 西 山 一 行***,
太 田 昌 孝****, 斎 藤 仁*****

Naoya TSUNODA *, Hideaki YATA **, Kazuyuki NISHIYAMA ***,
Masataka OHTA **** and Hitoshi SAITO *****.

ABSTRACT

The purpose of this study was to clarify the velocity characteristics of the limb movement in athletes. One hundred twenty nine male athletes, 49 Distance runners, 44 Kendo players and 36 Judoists, and 79 untrained male(UT) were participated in this study. The peak velocity(PV), time to peak velocity (TPV) and mean acceleration (MA) to the PV for the arm pull down(APD), the knee pull down(KPD) and the knee pull up(KPU) were determined by Ballistic Master(Combi, co., Tokyo, Japan). PV for APD was significant higher in Judoist and Kendo player than that of UT. The PV value for APD in distance runners was significantly lower than untrained subjects. TPV values of Judoists and Kendo players were shorter than that of untrained subjects in all movement type. The same values TPV in all movements was observed between distance runners and untrained subjects.

MA was highest in Judoists and lowest in distance runners in all type movement. There were not significant difference between distance runners and untrained subjects for MA values in APD and in KPU. Whereas, MA of KPD in distance runners showed significantly higher than that of untrained subjects.

Key words; Limb movement, Peak velocity, Athletes

は じ め に

これまでに、ヒトの骨格筋における収縮速度特性についての研究は筋出力の関係、主として筋パ

ワーの観点から検討されており、多くの知見が得られている (Fenn and Marsh (1935), Hill (1938), Wilkie (1950), 金子(1965), 川初と猪飼(1972), Perrin and Edgerton(1978), Seger et al.(1988),

* 国士舘大学体育学部身体運動学教室 (Lab. of Biodynamics and Human Performance, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

** 和光大学人間関係学部体育学研究室 (Lab. of Exercise Physiology, Faculty of Human Relations, Wako university)

*** 国士舘大学体育学部陸上競技研究室教室 (Lab. of Track and Field, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

**** 国士舘大学体育学部剣道研究室 (Lab. of Kendo, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

***** 国士舘大学体育学部柔道研究室 (Lab. of Judo, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

Hortobagui and Katch(1990), Perrin(1993), Gulch(1994))。また、筋パワーの発揮能力はスポーツ競技種目によって異なることも知られている。その筋パワーのトレーニング効果に関して、トレーニングを行った速度によって特異的であったことが膝関節伸展で確かめられており(Kanehisa and Miyasita(1983))、はその主たる要因は神経筋機構の改善にあることが指摘されている(Behm and Sale(1993))。また、最近、矢田ほか(1996)は走動作に類似した脚の引き上げと振り下ろしトレーニングで短距離走能力の改善を報告している。この様なことから、長期間にわたる専門的なスポーツトレーニングはその種目特有な複合関節での筋収縮特性を生じることが考えられる(船渡ほか(1994))。

しかし、これまでのスポーツ競技選手の筋機能に関しては、主として単関節運動による筋力、パワーについての検討が多く、多関節運動での筋収縮速度特性の差異についての検討は極めて少ない。

そこで、本研究では男子のスポーツ競技選手と一般学生を対象として、上肢の振り下ろしと下肢の振り下げ及び振り上げ動作のスピードを測定し、その競技種目特性について検討した。

方 法

I. 被験者

本研究の被験者は大学生のスポーツ競技選手129名(陸上競技長距離走者49名、剣道44名及び柔道36名)と日常規則的な身体的トレーニングを行っていない一般男子学生79名の計208名であった。

被験者の年齢と身体的特徴は各種目別に平均と標準偏差値で表1に示した。

各被験者には研究の目的、内容等について十分説明し、本研究への任意による参加の同意を得た。

II. 動作スピードの測定

体肢の振り下ろしと振り上げの動作スピードの測定はBallistic Master(コンビ社製)を用いて行った。

測定動作は図1に示した様に、腕の振り下ろし動作(Arm Pull Down: APD)、股関節伸展による大腿部の振り下ろし動作(Knee Pull Down: KPD)

表1 被験者の年齢及び身体的特徴

	n	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
一般学生	79	20.2±2.3	171.5±5.3	62.9±8.3
長距離走者	49	19.9±1.5	170.8±4.0	57.1±5.6
剣 道	44	19.5±1.1	172.7±6.5	70.2±7.4
柔 道	36	19.4±1.0	170.1±15.5	87.5±19.3

平均値±標準偏差値

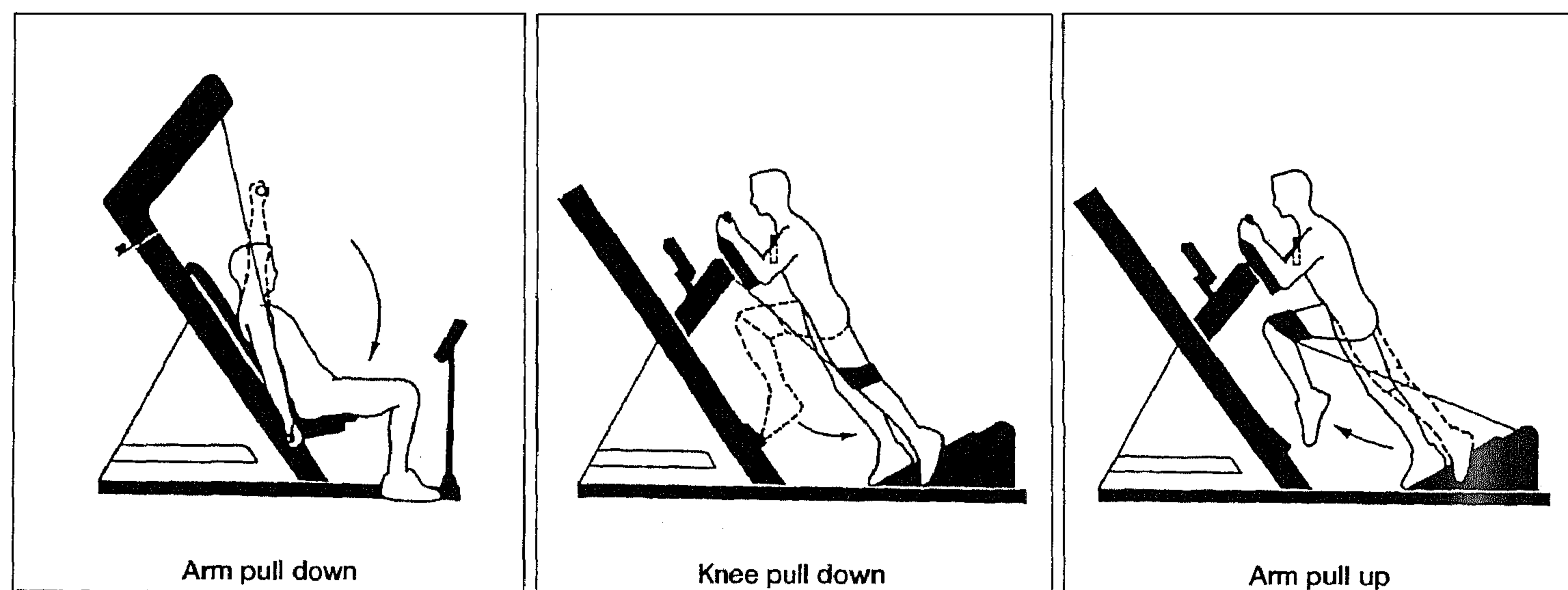


図1 動作スピードの測定

及び股関節の屈曲による大腿部の振り上げ動作 (Knee Pull Up: KPU) の3動作とした。

各動作とも被験者は3から5回のウォーミングアップの後、音による動作開始合図で最大努力で5回の無負荷での空振り動作を行った。

また、測定に際しては試行順序や筋疲労等が測定値に影響を及ぼさぬよう3動作の試行順序は被験者毎に無作為に設定し、全被験者とも試行間に十分な休息（4から5分）を与えた。

Ⅲ．測定値の分析

各動作で得られた動作中の最大速度 (Peak Velocity) を動作スピードとして用いた。また、平均加速度 (Mean Acceleration) は動作開始から最大速度到達までの時間 (Time to Peak Velocity)、動作開始から最大速度到達までのロープの引き出し距離 (Distance to Peak Velocity) についても各動作での最高値を採用して分析した。

Ⅳ．統計処理

各測定項目とも、一般学生とスポーツ種目間の群間の差を student t-test を用いて検定し、危険率5%をもって有意とした。

結果と考察

表2は上肢の振り下ろし (APD)、大腿部の振り下ろし (KPD) 及び振り上げ (KPU) 動作時の最大スピードを被験者群別に示したものである。

APDはすべての群間において有意な差異が認められた。即ち、柔道が最も高く、次いで剣道の順となり、柔道と剣道の値は一般学生より有意に高かった (p<0.001)。一方、長距離走者の値は一般学生より有意に低いものであった (p<0.05)。また、同様な傾向はKPDについてもみられたが、一般学生と剣道との間には有意性が認められなかった。

本研究で得られた一般学生のKPDとKPUの値は矢田ほか(1996)が報告している同年代の学生の値とほぼ同様であった。一方、スポーツ選手に関して、船渡ほか(1994)はアマチュア野球選手の体肢動作スピードを測定し、その平均値と標準偏差値はそれぞれ APDが6.56±0.62m/s、KPDが4.06±0.34m/s及びKPUで3.54±0.52m/sであったことを報告している。本研究のスポーツ競技選手の値と比較するとAPDとKPDは柔道選手の方が僅かに高く、剣道選手や長距離選手は低い値であり、KPUでは全種目とも野球選手より低い傾向であった。

また、本研究の長距離走者の値が各動作とも他の種目の選手より著しく低い値を示した理由としてはトレーニング内容の差異や筋繊維組成の違い等が関与していることが推察された。

一方、KUPについては一般学生と柔道の値が剣道と長距離走者より有意に高い値を示し、体肢の振り下げ動作とは異なる様相がみられた。

本研究で測定した動作スピードの結果から、上肢の振り下ろし動作で柔道と剣道が高い値を示していることは長距離走に比較して両種目とも上肢をよく使用する種目であり、トレーニング効果が現れているものと考えられる。

表3は各動作時の最大スピードが出現するまで

表2 体肢における動作スピード (m/s)				
	n	APD	KPD	KPU
一般学生	79	5.75±0.614	3.69±0.474	3.44±0.524
長距離走者	49	5.45±0.518	3.49±0.341	2.94±0.340
剣道	44	6.13±0.454	3.77±0.428	3.12±0.352
柔道	36	6.76±0.802	4.13±0.713	3.41±0.457

平均値±標準偏差値

表3 体肢の振り下ろしと振り上げ動作時の移動距離 (m)				
	n	APD	KPD	KPU
一般学生	79	1.08±0.09	0.51±0.09	0.50±0.09
長距離走者	49	1.06±0.21	0.48±0.05	0.45±0.06
剣道	44	1.04±0.10	0.48±0.06	0.45±0.06
柔道	36	1.02±0.12	0.51±0.11	0.45±0.09

平均値±標準偏差値

のワイヤーの移動距離をスポーツ競技別に比較したものである。

APD及びKDP動作では各群間で有意な差異がみられなかった。一方、KUPについては各スポーツ種目とも一般学生より有意に低い値を示した。

そこで、動作開始から最大スピード出現までに有した時間についてみたのが表4である。各動作ともその値は柔道、剣道が有意に速く、長距離走者は一般学生とほぼ同様な値を示した。また、柔道と剣道間には有意な差異が各動作とも認められなかった。

表5は最大スピード到達までの平均加速度を同様に示したものである。平均加速度は各動作とも柔道が最も高く、長距離走者のADPとKPUは一般学生と同様な値を示したがKPDについては一般学生より有意に高い値を示した ($p<0.05$)。

本研究での上肢と下肢の振り上げ及び振り下ろし動作時の最大スピード、最大速度到達時間、平均加速度等は競技種目によって異なることが明らかになった。このことは長期間に亘るスポーツ競技種目特有のトレーニング内容とその様式を反映していることが考えられ、スピードトレーニングの効果を評価する上で有効な測定方法であることが考えられる。

ま と め

本研究では大学生のスポーツ競技選手129名(陸上長距離走者49名、剣道44名、柔道36名)と日常規則的な身体的トレーニングを行っていない一般男子学生79名の計208名を対象として、Ballistic Masterを用いて上肢の振り下ろし、大腿の振上げ及び振り下ろし動作スピードの競技特性について検討した結果、次の様なことが明らかになった。

1. 最大動作スピードはAPDで競技種目間の顕著な差異がみられ、柔道が最も高く、次いで剣道となり、長距離走者は一般学生より有意に低い値であった。
2. 動作開始から最大スピード出現までに有した時間は柔道、剣道が有意に速く、長距離走者は一般学生とほぼ同様な値を示した。
3. 最大スピード到達までの平均加速度は各動作とも柔道が最も高く、次いで、剣道、長距離走者の順であった。長距離走者のADPとKPUの値は一般学生とほぼ同値を示したがKPDについては一般学生より有意に高い値を示した。

表4 体肢の振り下ろしと振り上げ動作時における最大速度到達時間(m)

	n	APD	KPD	KPU
一般学生	79	0.31±0.05	0.23±0.09	0.22±0.09
長距離走者	49	0.30±0.02	0.19±0.02	0.19±0.03
剣道	44	0.27±0.03	0.17±0.02	0.18±0.02
柔道	36	0.25±0.02	0.17±0.04	0.17±0.03

平均値±標準偏差値

表5 体肢の振り下ろしと振り上げ動作時での平均加速度 ($m \cdot s^{-2}$)

	n	APD	KPD	KPU
一般学生	79	18.46±3.78	16.60±4.71	16.23±4.48
長距離走者	49	17.96±2.58	18.22±2.54	15.06±3.68
剣道	44	22.62±3.10	21.23±3.26	16.66±2.58
柔道	36	26.69±3.93	23.74±6.49	18.32±3.70

平均値±標準偏差値

本研究は国士舘大学体育学部附属体育研究所の1996年度研究助成によって実施した。

引用・参考文献

- 1) Behm D.G. and Sale D.G. : Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine* 15(6) : 374-388, 1993.
- 2) Enoka R M : Neuromechanical basis of kinesiology. *Human Kinetics*, 1988.
- 3) Fenn WO, and Marsh BS : Muscular force at different speeds of shortening. *J Physiol* 85 : 277-297, 1935.
- 4) 福永哲夫 : 筋の形態変化と筋力アップ, *J.J.Sports Sci.* 12(3) : 152-159, 1993.
- 5) 船渡和男ほか : 野球選手の形態, 単関節トルク, 動作パワー及び動作速度. 平成6年度日本体育協会スポーツ・医科学研究報—No.Ⅱ 競技種目別競技力向上に関する研究—, 313-318, 1994.
- 6) Gulch R.W. : Force-velocity relations in human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 15 : S2-S10, 1994.
- 7) Hill A.V. : The heat of shortening and the dynamic constants of muscles. *Proc Roy Soc B* 126 : 136-195, 1938.
- 8) Hortobagui T and Katch FI : Eccentric and concentric torque-velocity relationships during arm flexion and extension. *Eur J Appl Physiol* 60 : 395-401, 1990.
- 9) Jorgensen K : Force-velocity relationship in human elbow flexor and extensors. *Biomechanics V*, 145-151, 1976.
- 10) Kanehisa H and Miyashita M : Effect of isometric and isokinetic muscle training on static strength and dynamic power. *Eur J Appl Physiol* 50 : 365-371, 1983.
- 11) 金子公宥 : 慣性エルゴメーターによる人体・筋パワーの研究. *体育学研究* 8 : 72-82, 1965.
- 12) 川初清典, 猪飼道夫 : ヒトの脚筋パワーと力・速度要因 (Ⅱ) 力・スピード・パワーにおける個人特性について. *体育学研究* 17 : 17-24, 1972.
- 13) Seger J.Y., et al. : A new dynamometer measuring concentric and eccentric muscle strength in accelerated, decelerated, or isokinetic movements—validity and reproducibility—. *Eur J Appl Physiol* 57 : 526-530, 1988.
- 14) Perrin DH : Isokinetic exercise and assessment. *Human Kinetic Publishers*, 1993.
- 15) Wilkie DR : The relation between force and velocity in human muscles. *J Physiol* 110:249-280, 1950.
- 16) 矢田秀昭ほか : 大腿引き上げ・振り下ろしトレーニングのスプリント走能力に及ぼす影響. *Jpn. J. Sports Sci.* 15 : 199-205, 1996.